

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09018072  
PUBLICATION DATE : 17-01-97

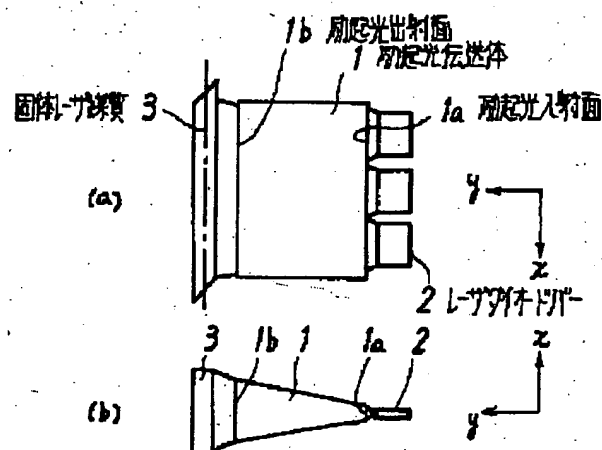
APPLICATION DATE : 29-06-95  
APPLICATION NUMBER : 07163205

APPLICANT : FUJI ELECTRIC CO LTD;

INVENTOR : NAGASHIMA TAKAHIRO;

INT.CL. : H01S 3/091

TITLE : SOLID-STATE LASER



**ABSTRACT :** PURPOSE: To lessen exciting light transmission loss even when a laser diode is used as an exciting light source by a method wherein an exciting light transmission body is provided between an exciting light source and a solid-laser medium making its exciting light receiving plane and projecting plane confront the exciting light source and the light exciting plane of a solid-state laser medium respectively.

CONSTITUTION: When a laser diode bar 2 is connected to a direct current power supply, laser beams are emitted from the laser diode bar 2, all the light beams emitted from the laser diode bar 2 are transmitted through an exciting light transmission body 1 as totally reflected by the tapered face and side face of the body 1, and laser beams of uniform luminous density are projected from the laser projecting plane 1b to uniformly irradiate the x-z plane of a laser medium 3 which serves as a light exciting plane. The laser beams of the laser diode bar 2 are set in wavelength corresponding to the absorption band of the laser medium 3, and most of the laser beams emitted from the laser diode bar 2 are capable of irradiating the light exciting plane of the laser medium 3 making a very small reflection loss induced at the light receiving plane 1a and light projecting plane 1b of the exciting light transmission body 1, so that a solid-state laser of this constitution can be enhanced in efficiency.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-18072

(43)公開日 平成9年(1997)1月17日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01S 3/091

H01S 3/091

Z

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願平7-163205

(22)出願日 平成7年(1995)6月29日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 長嶋 崇弘

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

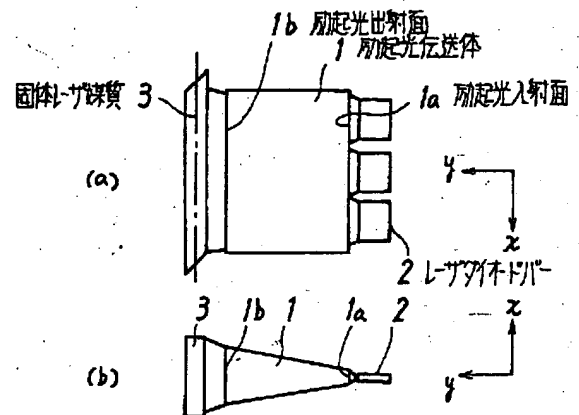
(74)代理人 弁理士 山口 巖

(54)【発明の名称】 固体レーザー

(57)【要約】

【目的】それぞれに冷却構造を必要とする固体レーザー媒質と励起光源とを用いて構成される固体レーザーを、励起光源に複数のレーザーダイオードバーを用いる場合にも、レーザーダイオードバーからのレーザー光を固体レーザー媒質へ伝送する励起光伝送体の伝送損失が少なく、かつ伝送体に対するレーザーダイオードバーの位置決めや伝送体との結合が容易であるとともに伝送体自身の交換も容易なレーザーとする。

【構成】励起光伝送体1を、ブロック状の透明体に励起光の入射面1aと出射面1bとを備えさせたものとして入射面1aおよび出射面1bをそれぞれ励起光源2および固体レーザー媒質3の光励起面に対向させて固体レーザー媒質3と励起光源2との間に配設し、入射面の広い面積による励起光全量の入射と全反射伝送とによる低損失化、励起光伝送体1の少個数化ならびに励起光源2の位置決め、結合の容易化を図るとともに、出射面1bから出射される励起光の光量密度分布の均一化を可能にする。



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-18072

(43)公開日 平成9年(1997)1月17日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01S 3/091

H01S 3/091

Z

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願平7-163205

(22)出願日 平成7年(1995)6月29日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 長嶋 崇弘

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

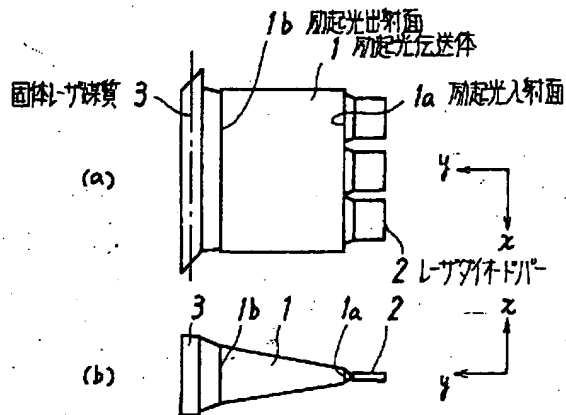
(74)代理人 弁理士 山口 巖

(54)【発明の名称】 固体レーザー

(57)【要約】

【目的】それぞれに冷却構造を必要とする固体レーザー媒質と励起光源とを用いて構成される固体レーザーを、励起光源に複数のレーザーダイオードバーを用いる場合にも、レーザーダイオードバーからのレーザー光を固体レーザー媒質へ伝送する励起光伝送体の伝送損失が少なく、かつ伝送体に対するレーザーダイオードバーの位置決めや伝送体との結合が容易であるとともに伝送体自身の交換も容易なレーザーとする。

【構成】励起光伝送体1を、ブロック状の透明体に励起光の入射面1aと出射面1bとを備えさせたものとして入射面1aおよび出射面1bをそれぞれ励起光源2および固体レーザー媒質3の光励起面に対向させて固体レーザー媒質3と励起光源2との間に配設し、入射面の広い面積による励起光全量の入射と全反射伝送とによる低損失化、励起光伝送体1の少個数化ならびに励起光源2の位置決め、結合の容易化を図るとともに、出射面1bから出射される励起光の光量密度分布の均一化を可能にする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】スラブ状あるいはロッド状等の形状に形成された固体物質からなる固体レーザ媒質と、固体レーザ媒質の光励起面を照射する励起光源とを備えた固体レーザにおいて、励起光を入射させる励起光入射面と、入射した励起光を出射する励起光出射面とを備えたブロック状の透明体からなる励起光伝送体が、前記励起光源と固体レーザ媒体との間に、かつ励起光入射面および励起光出射面をそれぞれ励起光源および固体レーザ媒体の光励起面に対向させて配設されていることを特徴とする固体レーザ。

【請求項2】請求項1に記載のものにおいて、励起光伝送体の励起光入射面と対向する励起光源を、固体レーザ媒体の光軸と平行な1つあるいは複数の互いに平行な各平面内にp-n接合面を存在させて各平面内で光軸方向1列に配列したレーザダイオードバーで構成するとともに、励起光伝送体の励起光入射面が励起光源から出る全光量を辛うじて入射可能な広さをもつことを特徴とする固体レーザ。

【請求項3】請求項1または2に記載のものにおいて、励起光伝送体の励起光出射面が固体レーザ媒体光励起面の励起光照射方向投影像とほぼ同形、等大の励起光照射方向投影像をもつことを特徴とする固体レーザ。

【請求項4】請求項1、2、または3に記載のものにおいて、励起光伝送体の励起光入射面および励起光出射面がともに平坦な面に形成されていることを特徴とする固体レーザ。

【請求項5】請求項1、2または3に記載のものにおいて、励起光伝送体の励起光入射面および励起光出射面が、柱状凸レンズの集光特性が得られるように形成されていることを特徴とする固体レーザ。

【請求項6】請求項1に記載のものにおいて、励起光伝送体の励起光入射面を、固体レーザ媒体の光軸と軸方向が直角な多角柱体表面の周方向一部の範囲を構成するように多角面に形成するとともに、励起光入射面と対向する励起光源を多角柱体の軸に垂直な1つあるいは複数の各平面内にp-n接合面を存在させて多角面の各面から互いに等間隔に配された複数のレーザダイオードバーで構成するとともに、多角面の各面が該各面と対向するレーザダイオードバーからの全光量を辛うじて入射可能な広さをもつことを特徴とする固体レーザ。

【請求項7】請求項1に記載のものにおいて、励起光伝送体の励起光入射面と対向する励起光源を、固体レーザ媒体の光軸と軸方向を一致させて設けられ周面が前記励起光入射面側周方向一部の範囲を残して光の反射面に囲まれた直管状のランプとしていることを特徴とする固体レーザ。

【請求項8】請求項7に記載のものにおいて、直管状励起ランプ周面の周方向一部の範囲を囲む光の反射面は、励起光伝送体の励起光入射面側開放端が励起光入射面に

接触状態に近接していることを特徴とする固体レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、スラブ状あるいはロッド状等の形状に形成された固体レーザ媒質と励起光源とを備え、固体レーザ媒体の光励起によって発振したレーザ光を材料加工、計測、医療等に用いる固体レーザに関する。

## 【0002】

【従来の技術】固体レーザ媒質を光励起する励起光源には、KrやXeなどの発光用ガスをガラス管に封入した励起ランプあるいはレーザダイオード等の半導体素子が用いられている。レーザダイオード励起固体レーザは、レーザダイオードの発振波長を固体レーザ媒質の吸収帯に合わせることができるので、吸収帯を外れた波長の光を比較的多量に含んだ光を発生する励起ランプを用いるランプ励起固体レーザに比べて高効率化が可能であり、また、ランプのような放電管を用いないので全固体化レーザが実現でき、長寿命・高信頼性レーザを期待することができる。

【0003】しかし、固体レーザ媒質を励起するために通常用いられるレーザダイオードは、高出力化のために、レーザ光を放出するエミッタを複数個、直線的に配列したレーザダイオードバーを使用する。レーザダイオードバーの発光面は数 $\mu\text{m}$ ×数 $\text{cm}$ の大きさをもっており、数 $\mu\text{m}$ の領域から放出されるレーザ光の広がり数は数十度と大きいので、そのままでは固体レーザ媒質に近接させないかぎり、励起光を全て、固体レーザ媒質に照射することはできない。しかし、固体レーザ媒質やレーザダイオードは無視できない発熱を伴うため、それぞれに冷却構造を付加する必要がある。これら冷却構造体の大きさのため、通常はレーザダイオードを固体媒質に近接することはできない。

【0004】そこで、従来のレーザダイオード励起固体レーザにおいては、レーザダイオードバーからのレーザ光の広がりが大きくなるp-n接合面方向に作用する円筒レンズを用いてレーザ光を平行化し、線状の平行光を固体レーザ媒質に照射する方法を用いている。このような従来技術の一例を図7に示す。円筒レンズを用いた励起光伝送方法では、

(1)レーザ光を平行光化するために、円筒レンズの焦点にレーザダイオードバーを位置決めしなければならないので位置精度を必要とする。

【0005】(2)レーザダイオードバーからのレーザ光の広がりが大きいため、レンズの球面収差などで完全に平行化できない成分が発生し、伝送損失が大きい。

(3)励起光が線状になるため、固体レーザ媒質を均一に励起するためには、図7(b)のように媒質の側面を囲む円周上に数多くのレーザダイオードバーを配置しなければならないので構造が複雑になる。

【0006】という問題があった。また、従来技術の例として、図8に示すように、励起光伝送体として、光ファイバやシート状の光伝送体を用いる方法があるが（特開平4-35077号公報参照）、この方法では、

（1）レーザダイオードバーからのレーザ光の広がりが大きいため、光ファイバやシート状光伝送体との結合が難しい。

【0007】（2）高出力化やレーザ媒質の均一励起のためには、光ファイバやシート状の光伝送体と結合した複数のレーザダイオードバーを用いなければならず、多数のこれら光伝送体を固体レーザ媒質に近接させなければならないので、光伝送体の保持構造が複雑となり、光伝送体の固定や交換が難しい。という問題があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、励起光源にレーザダイオードを用いる場合にも、励起光の伝送損失が少なく、レーザダイオードバーの対励起光伝送体位置決めや励起光伝送体との結合が容易であり、かつ励起光伝送体も交換を簡易に行ないうる固体レーザの構成を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明においては、請求項1に記載のごとく、スラブ状あるいはロッド状等の形状に形成された固体物質からなる固体レーザ媒質と、固体レーザ媒質の光励起面を照射する励起光源とを備える固体レーザの構成を、励起光を入射させる励起光入射面と、入射した励起光を出射する励起光出射面とを備えたブロック状の透明体からなる励起光伝送体が、前記励起光源と固体レーザ媒質との間に、かつ励起光入射面および励起光出射面をそれぞれ励起光源および固体レーザ媒質の光励起面に対向させて配設される構成とする。

【0010】そして、この構成とする場合、請求項2に記載のごとく、励起光伝送体の励起光入射面と対向する励起光源を、固体レーザ媒質の光軸と平行な1つあるいは複数の互いに平行な各平面内にp-n接合面を存在させて各平面内で光軸方向1列に配列したレーザダイオードバーで構成するとともに、励起光伝送体の励起光入射面が励起光源から出る全光量を辛うじて入射可能な広さをもつものとするれば極めて好適である。

【0011】さらに、励起光源をレーザダイオードバーで構成する場合の励起光伝送体を、請求項3に記載のごとく、励起光出射面が固体レーザ媒質光励起面の励起光照射方向投影像とほぼ同形、等大の励起光照射方向投影像をもつように構成すればさらに好適である。また、励起光伝送体の励起光入射面および励起光出射面は、請求項4に記載のごとく、ともに平坦な面に形成するか、あるいは、請求項5に記載のごとく、柱状凸レンズの集光特性が得られるように形成すれば極めて好適である。

【0012】あるいは請求項6に記載のごとく、励起光

伝送体の励起光入射面を、固体レーザ媒質の光軸と軸方向が直角な多角柱体表面の周方向一部の範囲を構成するように多角面に形成するとともに、励起光入射面と対向する励起光源を多角柱体の軸に垂直な1つあるいは複数の各平面内にp-n接合面を存在させて多角面の各面から互いに等間隔に配された複数のレーザダイオードバーで構成するとともに、多角面の各面が該各面と対向するレーザダイオードバーからの全光量を辛うじて入射可能な広さをもたせたものとしてもよい。

【0013】なお、励起光源を直管状のランプとする場合には、固体レーザを、請求項7に記載のごとく、ランプの励起光伝送体と反対側の周面を光の反射面で囲んだ構成のものとするれば好適である。この場合には、請求項8に記載のごとく、光の反射面の励起光伝送体側開放端を励起光伝送体の励起光入射面に接触状態に近接させるのがよい。

【0014】

【作用】このように、励起光の入射面と出射面とをもつブロック状の透明体からなる励起光伝送体を励起光源と固体レーザ媒質との間に配設した固体レーザとすれば、励起光伝送体の励起光入射面、励起光出射面ともに面積の広い面となり、励起光源をレーザダイオードバーで構成する場合には、1個の入射面で複数のダイオードバーからのレーザ光を取り込むことができ、また励起光源を直管状ランプで構成する場合には、ランプの全光量を1個の入射面で取り込むことができ、固体レーザを少ない個数の励起光伝送体を用いて構成することができる。これにより励起光伝送体の支持構造が単純化され、励起光伝送体の固定や交換が容易になる。

【0015】また、励起光源をレーザダイオードバーで構成する場合、レーザダイオードバーからのレーザ光はこれを平行光化する必要がないので、レーザダイオードバーの対励起光伝送体位置決めや励起光伝送体との結合が容易となる。さらに、励起光伝送体の励起光入射面に入った励起光は、励起光伝送体の内部を全反射しながら伝送されるので、入射後の励起光は励起光出射面まで伝送損失なく伝送され、レーザダイオードバーからレーザ媒質の光励起面までの全光路中の伝送損失は励起光伝送体の励起光入射面および励起光出射面での反射損失のみとなるため、励起光源の全光量を入射面に入射させる結合構造をとることにより、高効率の固体レーザを実現することができる。加えて、出射面から出射される励起光は全反射を繰り返しながら伝送された光であるため均一な光量密度で出射され、特にスラブ状の固体レーザ媒質ではレーザ光の品質が向上する。

【0016】そこで、請求項2記載のように、励起光伝送体の励起光入射面と対向する励起光源を、固体レーザ媒質の光軸と平行な1つあるいは複数の互いに平行な各平面内にp-n接合面を存在させて各平面内で光軸方向1列に配列したレーザダイオードバーで構成するとともに

に、励起光伝送体の励起光入射面が励起光源から出る全光量を辛うじて入射可能な広さをもつものとするれば、励起光伝送体の励起光入射面とレーザダイオードバーとの距離の設定により、レーザダイオードバーからのレーザ光に広がりがあっても、励起光入射面と対向する全レーザダイオードバーからの全光量を入射面に取り込むことができ、かつ取り込まれたレーザ光は、入射面が全光量を辛うじて取り込む広さしかないために励起光伝送体内部での全反射回数が多くなり、出射時の光量密度がより均一化される。

【0017】また、請求項3記載のように、固体レーザ媒質の光励起面と対向する励起光伝送体の励起光出射面が固体レーザ媒質光励起面の励起光照射方向投影像とほぼ同形、等大の励起光照射方向投影像をもつように励起光出射面を形成すると、高効率固体レーザを可能最少個数の励起光伝送体を用いて構成することができる。また、請求項4記載のように励起光入射面および励起光出射面とともに平坦な面に形成するか、あるいは請求項5記載のように、柱状凸レンズの集光特性が得られるように形成すると、励起光源をレーザダイオードバーで構成する場合にはレーザダイオードバーを1直線上に配列することができ、また、励起光源に直管状のランプを用いることができ、固体レーザの構成を単純化することができる。

【0018】また、請求項6記載のように、励起光伝送体の励起光入射面を多角面に形成すると、光軸方向の長さが短いレーザ媒質に多量の励起光を入射させることができ、比較的高価なレーザ媒質を用いるときに、高価なレーザ媒質に見合って高出力の固体レーザとすることができ、固体レーザの高コスト化を避けることができる。

【0019】また、請求項1記載の構成による固体レーザにおいて、励起光源を直管状のランプとする場合、請求項7記載のように、ランプの反励起光伝送体側周面を光の反射面で囲むようにすると、ランプからの全光量を励起光伝送体に入射させることができ、ランプからの全光量が伝送損失少なく固体レーザ媒質の励起に消費されるので、固体レーザを高効率化することができる。

【0020】そして、上記光の反射面の励起光伝送体側開放端を伝送体の励起光入射面に接触状態に近接させることにより、ランプの全光量投入をより容易、確実に達成することができる。

【0021】

【実施例】図1および図2に本発明の第1の実施例を示す。本実施例は、固体レーザ媒質をNd:YAG結晶からなるスラブ状体のものとし、励起光源をレーザダイオードバーで構成する場合の第1の実施例を示す。励起光源は、複数のレーザダイオードバー2を、そのpn接合面をスラブの光励起面であるxz面に垂直にしてレーザ媒質3の光軸を含む平面内に存在させて光軸方向1列に配して形成され、このようにして形成された励起光源と

レーザ媒質3との間に石英またはBK7ガラスからなるブロック状の励起光伝送体1が配設されている。励起光伝送体1の励起光源との対向面である励起光入射面1aと、レーザ媒質3との対向面である励起光出射面1bとはともに平面に形成され、励起光入射面1aのレーザ媒質x方向の幅は、入射面1aとレーザダイオードバー2とを構造的に無理が生じない範囲内で可能最小距離 $d_1$ に接近させたときにレーザダイオードバー2から $\theta_{LD}$ の広がり角度で放出されるレーザ光を辛うじて全量入射可能な幅 $l_1$ としている。幅 $l_1$ の上限値は、光のすその入射させることを考えると、図2中に記入した $2d_1 \tan(\theta_{LD}/2)$ の1.2ないし1.3倍程度となる。また、励起光出射面1bは、レーザ媒質3の光励起面であるxz面とほぼ同形、等大に形成されている。レーザ媒質3のx方向の幅がレーザダイオードバー2の厚みより大きいために、励起光伝送体1は励起光入射面1a側から励起光出射面1b側へ漸次厚みを増すテーパ状体に形成されている。

【0022】この構成において、レーザダイオードバー2を直流電源に接続すると、レーザダイオードバー2から図2のようにレーザ光が放出され、その全光量が励起光伝送体1の入射面1aに入射する。入射した励起光は励起光伝送体1のテーパ面および側面で全反射されながら伝送体内部を伝送され、出射面1bから均一な光量密度で出射されてレーザ媒質3の光励起面であるxz面を均一に照射する。レーザダイオードバー2からのレーザ光は波長をレーザ媒質3の吸収帯に合わせてあり、かつレーザダイオードバー2からのレーザ光の全量が励起光伝送体1の入射面1a、出射面1bでの僅かの反損失分を減じるのみでレーザ媒質3の光励起面を照射することになるので、この光励起系の構成により高効率の固体レーザとすることができる。

【0023】図3に本発明の第2の実施例を示す。この実施例は第1の実施例による固体レーザよりも高出力のレーザ光を得ようとする場合の光励起系の構成を示す。レーザダイオードバー2は、面の方向がレーザ媒質3の光軸と同方向であってレーザ媒質3の光励起面に垂直な複数の各平面内にpn接合面を存在させて各平面内で1列に配列されている。各レーザダイオード2のpn接合方向であるx方向にはレーザ光は山形の強度分布をもち、大きな広がりをもっているが、励起光伝送体1の内部で全反射して伝播するため、1つ1つのレーザ光の各全反射回数は実施例1と比べて少ないが、1つ1つのレーザ光は混合して強度が平均化され、出射端では強度分布が平坦な励起光が形成されるので、レーザ媒質3を一樣に、かつ高密度の光で励起することができ、レーザ光の品質のよい高出力固体レーザを実現することができる。

【0024】図4に本発明の第3の実施例を示す。この実施例は、ブロック状の励起光伝送体1の入射面1aと



出射面1bとをスラブ状レーザ媒質3のy-z面内で曲率をもつ曲面とした光励起系の構成を示す。通常のレーザダイオードバー2はp-n接合方向であるx方向に大きな広がりをもつレーザ光を発生するが、z方向にも広がりをもっている。x方向の広がり成分は励起光伝送体1の内部を全反射しながら伝播するが、z方向の広がり成分は入射面を曲面とすることによって励起光伝送体1が柱状凸レンズとして作用するので、z方向の広がりを抑制することができる。また、励起光伝送体1に柱状凸レンズ作用をもたせているので、複数のレーザダイオードバー2を直線上に配列することができ、光励起系の構成が容易になる。

【0025】図5に本発明の第4の実施例を示す。この実施例は、ブロック状の励起光伝送体1の入射面1aを多角柱表面の周方向一部の範囲を形成するように多角面とし、レーザダイオードバー2を多角面の各面に対向配設して構成した光励起系を示す。光軸方向の長さが短いレーザ媒質3に多量の励起光を照射したい場合に各レーザダイオードバー2からのレーザ光を無駄なくレーザ媒質に投入することができ、高効率な固体レーザを実現することができる。この光励起系の構成は、比較的高価な固体レーザ媒質を用いる場合に高出力化の手段として有効である。

【0026】図6に本発明の第5の実施例を示す。この実施例は励起光源に直管状のランプを用いるときの発明による光励起系構成の一例を示す。直管状ランプ6は透明なガラス管5により同軸に囲まれ、両者の間を冷媒が流通する。これらの励起ランプ6およびガラス管5は内面を光の反射面4aとした反射鏡4内に収納され、ガラス管5と反射面4aとの間も冷媒が流通する。反射面4aは励起光伝送体1側開放端が励起光伝送体1の入射面1aに接触状態に近接しているので、励起ランプ6からの励起光は外部へ洩れることなく全量励起光伝送体1の入射面1aに入射する。励起光源を直管状のランプとする固体レーザでは、ランプから放出される励起光は通常ランプまわり360°全方向に放出されるので、固体レーザ媒質とランプとを反射鏡で囲んだ構造がとられる。この構造では、高効率で励起を行うためには固体レーザ媒質と励起ランプとを可能な限り近接させ、励起光の冷却水による吸収や、反射鏡の反射損失を小さくしなければならないが、固体レーザ媒質の支持構造物や、固体レーザ媒質、励起ランプそれぞれに冷却構造があるために高効率化には限界があった。しかし、図6のように、光の反射面4aの開放端で励起光の全量を励起光伝送体1の入射面1aに入射させる構造をとるようになると、固体レーザ媒質と励起ランプとを近づけなくても高効率な励起を行うことができる。

【0027】なお、以上に挙げた実施例では、固体レーザ媒質をすべてスラブ状のものとしているが、ロッド状のものでも各実施例におけるスラブ状レーザ媒質と置換

することにより高効率な固体レーザを実現することができる。ロッド状のものは光励起面が円筒面であるので、励起光伝送体の出射面を円筒状の凹面とする等の工夫により、より均一な励起が可能になる。

【0028】

【発明の効果】本発明では、固体レーザを以上の構成のものとしたので、以下に記載する効果が得られる。請求項1の構成では、

(a) 励起光伝送体をブロック状のものとするので、その励起光入射面、励起光出射面ともに面積の広い面となり、励起光源をレーザダイオードバーで構成する場合には、1個の入射面で複数のダイオードバーからのレーザ光を取り込むことができ、また励起光源を直管状ランプで構成する場合には、ランプの全光量を1個の入射面で取り込むことができ、固体レーザを少ない個数の励起光伝送体を用いて構成することができる。これにより励起光伝送体の支持構造が単純化され、励起光伝送体の固定や交換が容易になり、経済性、使用便宜性の高い固体レーザとすることができる。

【0029】(b) 励起光源をレーザダイオードバーで構成する場合、レーザダイオードバーからのレーザ光はこれを平行光化する必要がなくなり、レーザダイオードバーの対励起光伝送体位置決めや励起光伝送体との結合が容易になり、製作が容易になるため、レーザダイオード励起固体レーザを安価に得ることができる。

(c) ブロック状励起光伝送体の励起光入射面に入った励起光は、励起光伝送体の内部を全反射しながら伝送されるので、伝送損失は励起光伝送体の入射面、出射面での反射損失のみとなり、高効率の固体レーザを実現することができる。加えて、出射面での光量密度分布が均一化され、固体レーザ媒質の均一な照射が可能となり、固体レーザから出力されるレーザ光の品質を向上させることができる。

【0030】請求項2の構成では、励起光源をレーザダイオードバーで構成する場合、レーザダイオードバーを固体レーザ媒体の光軸と平行な1つあるいは複数の互いに平行な各平面内にp-n接合面を存在させて各平面内に光軸方向1列に配列するので、レーザダイオードバーの配列構造が単純化され、固体レーザを安価に構成することができる。また、励起光伝送体の励起光入射面が全光量を辛うじて取り込み得る広さしかないために励起光伝送体内部での全反射回数が多くなり、出射時の光量密度分布が均一化され、良質のレーザ光を得ることができる。

【0031】請求項3の構成では、励起光伝送体の励起光出射面が固体レーザ媒体光励起面の励起光照射方向投影像とはほぼ同形、等大の励起光照射方向投影像をもつので、高効率、高出力固体レーザを可能最小個数の励起光伝送体を用いて安価に構成することができる。請求項4の構成では、励起光伝送体の励起光入射面と励起光出射

面とをともに平坦な面に形成し、また請求項5の構成では前記両面を励起光伝送体が柱状凸レンズの集光特性をもつように形成するので、励起光源にレーザダイオードバーを用いるときは複数のレーザダイオードバーを1直線上に配列することができ、あるいは励起光源に直管状のランプを用いることができ、光励起系の構成を複雑化させないですむため、固体レーザを安価に構成することができる。特に請求項4では前記両面をともに平坦な面に形成するので、面の光学研磨が容易になり、さらに安価な、あるいは高効率なレーザとすることができる。

【0032】請求項6の構成では、励起光伝送体の励起光入射面を、固体レーザ媒体の光軸と軸方向が直角な多角柱体表面の周方向一部の範囲を構成するように多角面に形成するとともに、励起光入射面と対向する励起光源を多角柱体の軸に垂直な1つあるいは複数の各平面内にpn接合面を存在させて多角面の各面から互いに等間隔に配された複数のレーザダイオードバーで構成するとともに、多角面の各面が該各面と対向するレーザダイオードバーからの全光量を辛うじて入射可能な広さをもつものとするので、光軸方向の長さの短いレーザ媒質に多量の励起光を入射させることができ、比較的高価なレーザ媒質を用いるときに、高価な固体レーザ媒質に見合って高出力の固体レーザとすることができ、コストの対出力比を抑えることができる。

【0033】請求項7の構成では、励起光源を直管状のランプとする場合、ランプの反励起光伝送体側周面を光の反射面で囲むので、ランプからの全光量を励起光伝送体に入射させることができ、伝送損失の少ない固体レーザとすることができる。請求項8の構成では、上記光の反射面の励起光伝送体側開放端を伝送体の励起光入射面に接触状態に近接させるので、励起ランプ全光量の入射

をより容易、確実に達成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による固体レーザ内光励起系構成の第1の実施例を示す図であって、(a)は正面図、(b)は上面図

【図2】図1に示した光励起系構成の特徴を示す図1(b)の要部拡大図

【図3】本発明による固体レーザ内光励起系構成の第2の実施例を示す図であって、(a)は正面図、(b)は上面図

【図4】本発明による固体レーザ内光励起系構成の第3の実施例を示す図であって、(a)は正面図、(b)は上面図

【図5】本発明による固体レーザ内光励起系構成の第4の実施例を示す正面図

【図6】本発明による固体レーザ内光励起系構成の第5の実施例を示す図であって、(a)は正面断面図、(b)は上面図

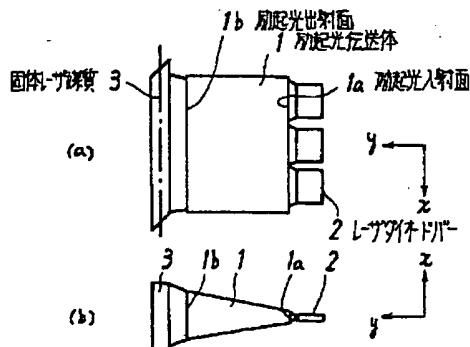
【図7】従来の固体レーザ内光励起系構成の第1の例を示す図であって、(a)は正面断面図、(b)は上面図

【図8】従来の固体レーザ内光励起系構成の第2の例を示す正面図

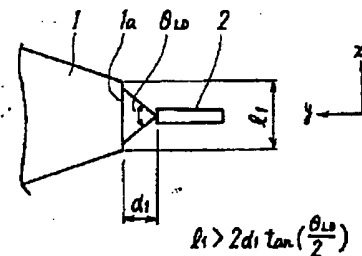
#### 【符号の説明】

- 1 励起光伝送体
- 1a 励起光入射面
- 1b 励起光出射面
- 2 レーザダイオードバー
- 3 固体レーザ媒質
- 4 反射鏡
- 4a 反射面
- 6 励起ランプ

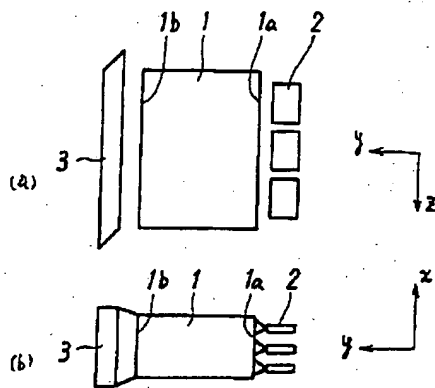
【図1】



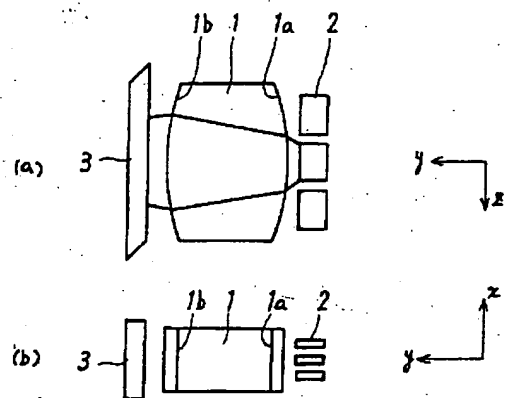
【図2】



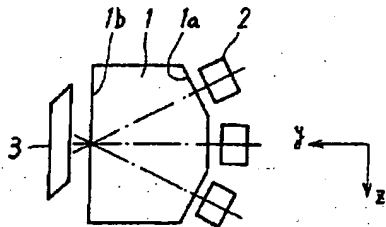
【図3】



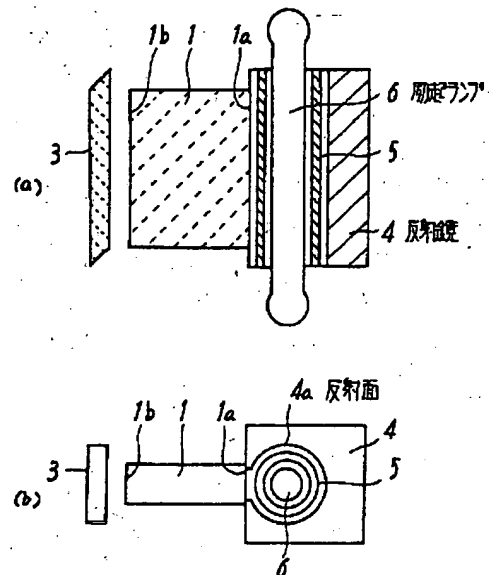
【図4】



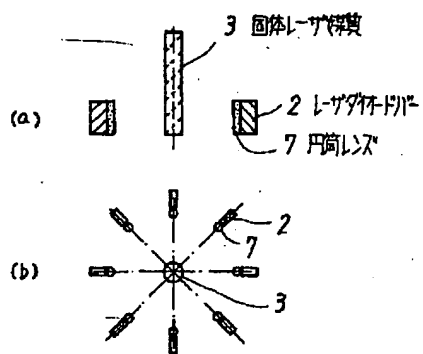
【図5】



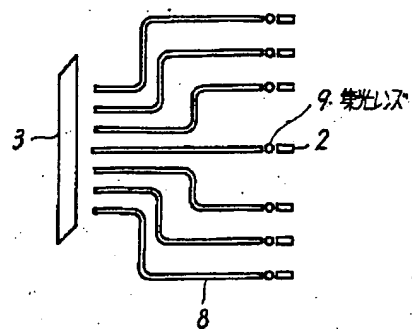
【図6】



【図7】



【図8】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**